

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-134306

(43)Date of publication of application : 22.05.1998

---

(51)Int.Cl.

G11B 5/02

G11B 5/39

G11B 5/66

G11B 5/85

---

(21)Application number : 08-290562

(71)Applicant : SONY CORP

(22)Date of filing : 31.10.1996

(72)Inventor : YOSHIDA SHINYA  
KAGAWA KIYOSHI

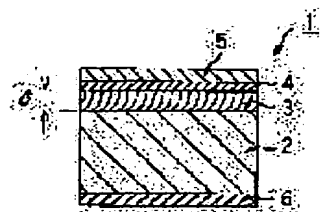
---

(54) TAPELIKE MAGNETIC RECORDING MEDIUM AND SIGNAL REPRODUCING METHOD USING THE SAME

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a tapelike magnetic recording medium which is to be used in a the magneto-resistance effect type magnetic head of a shielded type and is suitable for a high density recording and to provide the signal reproducing method of the signal recorded on the medium.

SOLUTION: A tapelike magnetic recording medium 1 is constituted by allowing a magnetic layer 3 to be formed on a non-magnetic supporting body 2 and in this medium, the residual magnetic flux density is made to be  $B_r$  and the thickness side of the magnetic layer 3 is made to be  $\delta$  and, then, this medium has a relation being  $B_r \delta \leq B_s t / 2$  with respect to the saturated magnetic flux density  $B_s$  and the thickness size ( $t$ ) of a magneto-resistance effect element to be used in the magneto-resistance effect type magnetic head of the shielded type being a reproducing head and the coercive force  $H_c$  of the medium is  $\geq 1500(\text{Oe})$ .



---

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 03.03.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 23.03.2004

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

---

## CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] The tape-like magnetic-recording medium which has the relation it is unrelated  $Br \Delta \leq Bst / 2$  to the saturation magnetic flux density  $Bs$  of the magneto-resistive effect component used for the magneto-resistive effect mold magnetic head which is the reproducing head, and the thickness dimension  $t$  in the tape-like magnetic-recording medium which it comes to form a magnetic layer on a nonmagnetic base material, sets a residual magnetic flux density to  $Br$ , and sets the thickness dimension of the above-mentioned magnetic layer to  $\Delta$ , and is characterized by for coercive force  $Hc$  to be  $Hc \geq 1500(Oe)$ .

[Claim 2] The above-mentioned magnetic layer is a tape-like magnetic-recording medium according to claim 1 characterized by coming to form membranes a metal magnetic film by the method vacuum deposition of slanting, and having an easy axis aslant to the front face of the above-mentioned nonmagnetic base material.

[Claim 3] Come to form a magnetic layer on a nonmagnetic base material, and a residual magnetic flux density is set to  $Br$ . It faces manufacturing the tape-like magnetic-recording medium reproduced by the magneto-resistive effect mold magnetic head using the magneto-resistive effect component which sets the thickness dimension of the above-mentioned magnetic layer to  $\Delta$ , sets saturation magnetic flux density to  $Bs$ , and sets a thickness dimension to  $t$ . The manufacture approach of the tape-like magnetic-recording medium characterized by having the relation it is unrelated  $Br \Delta \leq Bst / 2$  by forming a metal magnetic film on a nonmagnetic base material with the method vacuum deposition of slanting which makes the minimum incident angle 55 degrees or more, and forming the magnetic layer whose coercive force  $Hc$  is  $Hc \geq 1500(Oe)$ .

[Claim 4] The magneto-resistive effect mold magnetic head using the magneto-resistive effect component which sets saturation magnetic flux density to  $Bs$ , and sets a thickness dimension to  $t$ , Come to form a magnetic layer on a nonmagnetic base material, and a residual magnetic flux density is set to  $Br$ . The relation it is unrelated  $Br \Delta \leq Bst / 2$  when the thickness dimension of the above-mentioned magnetic layer is set to  $\Delta$  is satisfied. And the signal regeneration approach characterized by coercive force  $Hc$  reproducing the above-mentioned tape-like magnetic-recording medium in the above-mentioned magneto-resistive effect mold magnetic head using the tape-like magnetic-recording medium which is  $Hc \geq 1500(Oe)$ .

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the manufacture approach of using for the magneto-resistive effect mold magnetic head which used the magneto-resistive effect component, and manufacturing this tape-like magnetic-recording medium, concerning a suitable tape-like magnetic-recording medium. Furthermore, this invention relates to the signal regeneration approach which reproduces a tape-like magnetic-recording medium by the magneto-resistive effect mold magnetic head.

[0002]

[Description of the Prior Art] In the field of magnetic recording, high density record-ization has been strongly required every year with the increment in the amount of information which should be recorded. In connection with this, the so-called thin film mold magnetic-recording medium which formed the ferromagnetic metal by plating or vacuum thin film means forming (vacuum evaporation technique, a spatter, the ion plating method, etc.) is becoming in use instead of the so-called spreading mold magnetic-recording medium which make distribute the conventional magnetic particle in a binder, and it comes to apply as a magnetic-recording medium.

[0003] The thin film mold magnetic-recording medium which formed this ferromagnetic metal is excellent in coercive force, a remanence ratio, etc., and since it does not need to mix the binder which is nonmagnetic material into a magnetic layer like a spreading mold magnetic-recording medium, it can raise the pack density (if it puts in another way the amount of magnetization per unit volume) of a magnetic material. Moreover, since this thin film mold magnetic-recording medium can make magnetic layer thickness very thin compared with a spreading mold magnetic-recording medium, it is excellent in the magnetic parametric performance in a short wavelength field. Furthermore, it has the description that record demagnetization is also remarkable and that of this thin film mold magnetic-recording medium is small. It is thought that it will become in use as a magnetic-recording medium for high density record from now on since a thin film mold magnetic-recording medium has various dominance \*\* as compared with a spreading mold magnetic-recording medium.

[0004] By the way, in the field of such magnetic recording, the tape-like magnetic-recording medium which formed the magnetic layer with the method vacuum deposition of slanting is used as a thin film mold magnetic-recording medium. With the tape-like magnetic-recording medium formed by this method vacuum deposition of slanting, a magnetic layer is formed by making a magnetic metal deposit with a vacuum deposition method from across on the nonmagnetic base material (high polymer films, such as polyester film, and a polyamide, a polyamide film) which carries out migration transit. By the tape-like magnetic-recording medium created by the method vacuum deposition of slanting, the magnetic particle is carrying out orientation aslant to the front face of a nonmagnetic base material, and the high-density record of it is attained compared with the conventional magnetic tape which carried out orientation of the magnetic particle to the longitudinal direction. By this tape-like magnetic-recording medium, specifically, it is formed so that about 20 degrees of easy axes in a magnetic layer may incline to the front face of a nonmagnetic base material.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] By the way, in order to reply to the demand of the formation of high density record, not only amelioration of a magnetic-recording medium which was mentioned above but amelioration of the magnetic head is required, and the playback system by the magneto-resistive effect mold magnetic head (it is hereafter called an MR head.) using a magneto-resistive effect component also attracts attention especially.

[0006] This MR head is the magnetic head which used the magneto-resistive effect, and can detect a minuter signal field. For this reason, an MR head can respond also to reduction of the signal field at the time of record wavelength short-wavelength-izing with high density record.

[0007] When reproducing a tape-like magnetic-recording medium which was mentioned above using this MR

head, the optimal conditions are not examined but it did not necessarily come [ however, ] to realize high density record fully.

[0008] Then, this invention aims at being used for the magneto-resistive effect mold magnetic head, and offering the tape-like magnetic-recording medium suitable for high density record, and offering the manufacture approach. Furthermore, this invention aims at offering the signal regeneration approach of the signal recorded on the tape-like magnetic-recording medium using the magneto-resistive effect mold magnetic head.

[0009]

[Means for Solving the Problem] Then, this invention persons came to acquire the knowledge of becoming a tape-like magnetic-recording medium suitable for the magneto-resistive effect mold magnetic head, by making the residual magnetic flux density per unit area in the front face of a tape-like magnetic-recording medium into smallness, and making coercive force into size, as a result of inquiring wholeheartedly and examining the optimal conditions in case a tape-like magnetic-recording medium is reproduced by the magneto-resistive effect mold magnetic head, in order to attain the object mentioned above. That is, when a tape-like magnetic-recording medium was reproduced by the magneto-resistive effect mold magnetic head of a shielding mold, it became clear that the product of the residual magnetic flux density of a medium and thickness must be made into smallness so that a magneto-resistive effect component might not be saturated magnetically. Moreover, when a tape-like magnetic-recording medium was reproduced by the magneto-resistive effect mold magnetic head, it became clear by making coercive force into size that sharp flux reversal can be started against the self-demagnetizing field corresponding to the short record wavelength used for \*\* of high density record.

[0010] Then, the tape-like magnetic-recording medium concerning this invention In the tape-like magnetic-recording medium which it comes to form a magnetic layer on a nonmagnetic base material, sets a residual magnetic flux density to  $B_r$ , and sets the thickness dimension of the above-mentioned magnetic layer to  $\delta$  It has the relation it is unrelated  $B_r \delta \leq B_{st} / 2$  to the saturation magnetic flux density  $B_s$  of the magneto-resistive effect component used for the magneto-resistive effect mold magnetic head which is the reproducing head, and the thickness dimension  $t$ , and is characterized by coercive force  $H_c$  being  $H_c \geq 1500(\text{Oe})$ .

[0011] Moreover, the manufacture approach of the tape-like magnetic-recording medium concerning this invention Come to form a magnetic layer on a nonmagnetic base material, and a residual magnetic flux density is set to  $B_r$ . It faces manufacturing the tape-like magnetic-recording medium reproduced by the magneto-resistive effect mold magnetic head using the magneto-resistive effect component which sets the thickness dimension of the above-mentioned magnetic layer to  $\delta$ , sets saturation magnetic flux density to  $B_s$ , and sets a thickness dimension to  $t$ . By forming a metal magnetic film on a nonmagnetic base material with the method vacuum deposition of slanting which makes the minimum incident angle 55 degrees or more, it has the relation it is unrelated  $B_r \delta \leq B_{st} / 2$ , and is characterized by forming the magnetic layer whose coercive force  $H_c$  is  $H_c \geq 1500(\text{Oe})$ .

[0012] Furthermore, the signal regeneration approach using the tape-like magnetic-recording medium concerning this invention The magneto-resistive effect mold magnetic head using the magneto-resistive effect component which sets saturation magnetic flux density to  $B_s$ , and sets a thickness dimension to  $t$ , Come to form a magnetic layer on a nonmagnetic base material, and a residual magnetic flux density is set to  $B_r$ . It is characterized by satisfying the relation it is unrelated  $B_r \delta \leq B_{st} / 2$ , when the thickness dimension of the above-mentioned magnetic layer is set to  $\delta$ , and reproducing the above-mentioned tape-like magnetic-recording medium in the above-mentioned magneto-resistive effect mold magnetic head using the tape-like magnetic-recording medium whose coercive force  $H_c$  is  $H_c \geq 1500(\text{Oe})$ .

[0013] In addition, the coercive force  $H_c$  mentioned above is the value measured by film surface inboard.

[0014] The tape-like magnetic-recording medium concerning this invention constituted as mentioned above

does not saturate the magneto-resistive effect component of the magneto-resistive effect mold magnetic head by having the relation it is unrelated  $Br \Delta \leq Bst / 2$ . By this, the magneto-resistive effect mold magnetic head will operate in the range whose resistance rate of change of a magneto-resistive effect component is linearity. Therefore, this tape-like magnetic-recording medium is reproduced by the magneto-resistive effect mold magnetic head good.

[0015] Moreover, since the method vacuum deposition of slanting which makes the minimum incident angle 55 degrees or more is used according to the manufacture approach of the tape-like magnetic-recording medium concerning this invention, in the thin film growth process of a metal magnetic film, a self-shadow effect becomes large. For this reason, the rate that the opening in the inside of the film occupies becomes large, and the metal magnetic film formed will show the small saturation magnetization  $B_s$ . Thereby, the magnetic layer which has the relation which a tape-like magnetic-recording medium becomes  $Br \Delta \leq Bst / 2$  was formed.

[0016] Moreover, when the rate of the opening in a metal magnetic film becomes large, the coercive force of a magnetic layer will also increase substantially. Thereby, as for the tape-like magnetic-recording medium, the magnetic layer whose coercive force  $H_c$  is  $H_c \geq 1500(\text{Oe})$  was formed. Therefore, this tape-like magnetic-recording medium will show sharp flux reversal against the self-demagnetizing field corresponding to the short record wavelength used for high density record.

[0017] Furthermore, according to the signal regeneration approach using the tape-like magnetic-recording medium concerning this invention, a tape-like magnetic-recording medium is reproduced by the magneto-resistive effect mold magnetic head under the relation it is unrelated  $Br \Delta \leq Bst / 2$ . Thereby, by this technique, the magneto-resistive effect mold magnetic head can make the magnetic signal recorded on the tape-like magnetic-recording medium a good regenerative signal.

[0018]

[Embodiment of the Invention] The tape-like magnetic-recording medium concerning this invention, its manufacture approach, and the signal regeneration approach using this are explained to a detail with reference to a drawing.

[0019] First, as shown in drawing 1, the tape-like magnetic-recording medium 1 shown in the gestalt of this operation is constituted so that a magnetic layer 3 may be formed at least on the nonmagnetic base material 2. Moreover, this tape-like magnetic-recording medium 1 has the protective coat 4 on the magnetic layer 3, and it is constituted so that the topcoat layer 5 may be formed on this protective coat 4. Furthermore, with the field in which the magnetic layer 3 of the nonmagnetic base material 2 is formed, this tape-like magnetic-recording medium 1 has the back coat layer 6 in a reverse field, and is constituted. In addition, in this invention, especially a tape-like magnetic-recording medium may be the configuration that it does not have a protective coat 4, the topcoat layer 5, and the back coat layer 6.

[0020] Moreover, in this tape-like magnetic-recording medium 1, although mentioned later for details, thin film formation of the magnetic layer 3 is carried out using those with a magnetic thin film and the metal magnetic material which are formed using the method vacuum deposition of slanting. As a metal magnetic material, a ferromagnetic metal, a Co-nickel system alloy, a Co-nickel-Pt system alloy, a Fe-Co-nickel system alloy, a Fe-nickel-B system alloy, a Fe-Co-B system alloy and a Fe-Co-nickel-B system alloy, Co-Cr system alloys, etc. (Co-Cr-Ta, Co-Cr-Pt, etc.), such as Fe, Co, and nickel, are mentioned.

[0021] That coercive force  $H_c$  is set to about 1500 or more Oes, and, as for this magnetic layer 3, it comes to make product  $Br \Delta$  with the thickness  $\Delta$  of a residual magnetic flux density  $Br$  and a magnetic layer 3 into smallness. That is, this tape-like magnetic-recording medium has the relation it is unrelated  $Br \Delta \leq Bst / 2$ , in case the magneto-resistive effect mold magnetic head which has the magneto-resistive effect component which sets saturation magnetic flux density to  $B_s$ , and sets thickness to  $t$  is reproduced.

[0022] And the macromolecule base material formed with polymeric materials which are represented by polyester, a cellulosic, vinyl system resin, polyimide, polyamides, the polycarbonate, etc. as a nonmagnetic base

material 2 with which the magnetic layer 3 mentioned above is formed is mentioned.

[0023] And as for the protective coat 4 formed on a magnetic layer 3, the carbon film, aluminum  $2O_3$ , Ti-N, Mo-C, Cr-C, SiO and  $SiO_2$ , Si-N, etc. are mentioned. Even if it consists of a rust-proofer or lubricant and is applied on a protective layer 4, thin film formation of the topcoat layer 5 formed on this protective layer 4 may be carried out. Furthermore, the back coat layer 6 formed in a reverse field is a layer which comes to distribute the inorganic pigment for controlling carbon system impalpable powder and surface roughness, and the field in which the magnetic layer 3 of a nonmagnetic base material was formed is established in order to improve the performance traverse of a medium.

[0024] In the tape-like magnetic-recording medium 1 constituted as mentioned above, since a magnetic layer 3 is formed by the method vacuum deposition of slanting, the easy axis is aslant formed to the front face of the nonmagnetic base material 2. For this reason, by the tape-like magnetic-recording medium 1, a magnetic signal is recordable on high density as compared with the present horizontal recording method.

[0025] Moreover, since it comes to make the coercive force into 1500 or more Oes, the tape-like magnetic-recording medium 1 can start sharp flux reversal. That is, this tape-like magnetic-recording medium 1 can record a magnetic signal corresponding to high density record.

[0026] Furthermore, in relation with the magneto-resistive effect mold magnetic head to reproduce, as mentioned above, this tape-like magnetic-recording medium 1 is formed so that it may be set to  $B_r \leq B_{st} / 2$ . For this reason, this tape-like magnetic-recording medium 1 can operate the magnetic head in the range which does not exceed the limitation of the ability to regenerate of the magnetic head, in case the magneto-resistive effect mold magnetic head is reproduced.

[0027] By the tape-like magnetic-recording medium 1 constituted as mentioned above, in case the magnetic signal recorded on the magnetic layer 3 is reproduced, the magneto-resistive effect mold magnetic head 11 (it is hereafter called MR head 11.) using the magneto-resistive effect component 10 (it is hereafter called the MR component 10.) as shown in drawing 2 is used. In this MR head 11, the MR component 10 serves as a magnetic force sensor to a magnetic signal, and carries out magnetosensitive \*\*\*\* playback of the magnetic signal from the tape-like magnetic-recording medium 1. In this MR head 11, impression of the magnetic signal which is an external magnetic field changes the electric resistance of the MR component 10, as shown in drawing 3. And MR head 11 detects change of such electric resistance as change of an electrical potential difference by supplying a fixed sense current to this MR component 10.

[0028] This MR head 11 is the so-called shielding type of magneto-resistive effect mold magnetic head. The lower layer shielding 12, The lower gap 13 formed on this lower layer shielding 12, and the MR component 10 formed on this lower gap 13, It consists of the point electrode 14 and the back end section electrode 15 which were formed in the both ends of the longitudinal direction of this MR component 10, a bias field conductive layer 17 formed above the MR component 10 through the nonmagnetic insulating layer 16, and upper shielding 18 formed on the point electrode 14.

[0029] In this MR head 11, the lower layer shielding 12 and the upper shielding 18 consist of the magnetic substance, and the lower gap 13 and the point electrode 14 consist of non-magnetic material. Moreover, in MR head 11, the back end section electrode 15 and the bias field conductor layer 17 consist of a conductor.

[0030] MR head 11 constituted as mentioned above uses as a medium opposed face the side face shown in [A] drawing 2, and reproduces the magnetic signal recorded on the tape-like magnetic-recording medium 1 mentioned above. At this time, by MR head 11, the MR component 10 serves as a magnetic force sensor, and the signal field from a tape-like magnetic-recording medium is impressed to the MR component 10. And in this MR head 11, the sense current of a fixed current is supplied to the MR component 10 from the back end section electrode 15. After this sense current is supplied to the MR component 10, it will be grounded from a point electrode.

[0031] When a sense current is supplied, this MR component 10 will show the electrical-potential-difference

change according to change of electric resistance, in order to show the so-called magneto-resistive effect as shown in drawing 3 [ say / that that electric resistance changes ], when a field is impressed from the exterior. And MR head 11 will reproduce a magnetic signal by detecting electrical-potential-difference change of the sense current by the signal field. In addition, at this time, in MR head 11, the current is supplied to the bias field conductor layer 17, and the bias field has occurred from this bias field conductor layer 17. By impressing this bias field to the MR component 10, the MR component 10 comes to show resistance change with sufficient linearity.

[0032] Moreover, this MR head 11 is the magneto-resistive effect mold magnetic head of the shielding mold which has the lower layer shielding 12 and the upper shielding 18. That is, in this MR head 11, the signal field which is not the object for playback generated from the tape-like magnetic-recording medium 1 will be drawn in the lower layer shielding 12 and the upper shielding 18. Therefore, in this MR head 11, only the signal field for playback will be impressed by the MR component 10 among the signal fields generated from the tape-like magnetic-recording medium 1.

[0033] When MR head 11 and the tape-like magnetic-recording medium 1 which were mentioned above express  $B_r$  and the thickness dimension of a magnetic layer 3 as  $\delta$  for the residual magnetic flux density of a magnetic layer 3 and the thickness dimension of  $B_s$  and the MR component 10 is expressed for the saturation magnetic flux density of the MR component 10 as  $t$ , it has the relation it is unrelated  $B_r \delta \leq B_s t / 2$ . For this reason, this tape-like magnetic-recording medium 1 does not saturate the MR component 10 magnetically by the signal field to generate. That is, the magnetic signal recorded on the tape-like magnetic-recording medium 1 is made to operate in a field with the sufficient linearity which shows the MR component 10 in [ R ] drawing 3, without making it saturated magnetically.

[0034] Moreover, as for this tape-like magnetic-recording medium 1, it comes to make coercive force  $H_c$  of a magnetic layer 3 into  $H_c \geq 1500(\text{Oe})$ . Thereby, by this tape-like magnetic-recording medium 1, in case a magnetic signal is recorded, here where a magnetic layer 3 starts sharp flux reversal to a magnetic signal is made. For this reason, in the tape-like magnetic-recording medium 1, the inconvenience by self-demagnetizing field increasing in connection with a magnetic signal being short-wavelength-ized is avoidable. That is, this tape-like magnetic-recording medium 1 can record a magnetic signal corresponding to high density record.

[0035] In addition, in MR head 11 mentioned above, the MR component 10 may be the so-called GMR component which shows giant magneto-resistance. When saturation magnetic flux density of a GMR component is set to  $B_s$  also at this time and it sets thickness to  $t$ , the tape-like magnetic-recording medium and the MR head should just have the relation it is unrelated  $B_r \delta \leq B_s t / 2$ .

[0036] On the other hand, the manufacture approach of the tape-like magnetic-recording medium concerning this invention can be faced and applied for manufacturing the tape-like magnetic-recording medium 1 mentioned above. Below, the manufacture approach of the tape-like magnetic-recording medium concerning this invention is explained at a detail.

[0037] By this tape-like magnetic-recording medium 1, thin film formation of the metal magnetic material which constitutes a magnetic layer 3 on the nonmagnetic base material 2 is carried out by the method vacuum deposition of slanting. At this time, the magnetic layer 3 of the tape-like magnetic-recording medium 1 is formed by vacuum evaporationo equipment 20 as shown in drawing 4.

[0038] This vacuum evaporationo equipment 20 consists of the cooling can 21 built over the nonmagnetic base material 2 so that the field which forms a magnetic layer 3 might become outside, the delivery roll 22 which sends out the nonmagnetic base material 2 to the cooling can 21 of a winding lever, a rolling-up roll 23 which rolls round the nonmagnetic base material 2, crucible 24 which pays a metal magnetic material, and a shutter 25 of the couple which counters with the nonmagnetic base material 2 over which the cooling can 21 was built, and is allotted. This vacuum evaporationo equipment 20 has the composition that the shutter 25 of a couple exposes some nonmagnetic base materials 2 to the method of outside. Moreover, this vacuum evaporationo

equipment 20 has the tension roller 26 of a couple, in order to build the cooling can 21 over the nonmagnetic base material 2 by the predetermined tension.

[0039] This vacuum evaporationo equipment 20 is constituted so that crucible 24 may be aslant located to the cooling can 21. an include angle predetermined in the part and crucible 24 by which in other words this vacuum evaporationo equipment 20 is exposed to the method of outside with the shutter 25 of a couple among the nonmagnetic base materials 2 over which the cooling can was built -- with, it is constituted so that it may counter. Specifically with this vacuum evaporationo equipment 20, the particle of the metal magnetic material which disperses from crucible 24 will deposit on the part exposed to a way outside the nonmagnetic base material 2 with a predetermined incident angle.

[0040] At this time, an incident angle is an include angle which the direction where a metal magnetic particle disperses, and radial make, as shown in [ theta ] drawing 4 . Moreover, the thing of a low include angle is most set to minimum incident angle  $\theta_{L}$  in an incident angle here. It consists of vacuum evaporationo equipment 20 used for the manufacture approach of the tape-like magnetic-recording medium concerning this invention so that the minimum incident angle  $\theta_{L}$  may become 55 degrees or more.

[0041] In case a magnetic layer 3 is formed in one front face of the nonmagnetic base material 2 using such vacuum evaporationo equipment 20, the front face of the nonmagnetic base material 2 is made to vapor-deposit a metal magnetic material by heating the metal magnetic material in crucible 24. At this time, a magnetic layer 3 can be formed with this vacuum evaporationo equipment 20 only into the part exposed to a way outside the nonmagnetic base material 2 except for the part covered by the shutter 25 of a couple. And when the nonmagnetic base material 2 rolls round from a delivery roll 22 and runs toward a roll 23, a magnetic layer 3 will be formed one by one by the front face of the nonmagnetic base material 2.

[0042] the part in which crucible 24 has exposed to a way the metal magnetic material which evaporates from crucible 24 outside the nonmagnetic base material 2 at this time, and a predetermined include angle -- with, since it has countered, it deposits so that it may have a predetermined include angle on the nonmagnetic base material 2. That is, with this vacuum evaporationo equipment 20, since minimum incident angle  $\theta_{L}$  of the metal magnetic material to vapor-deposit is made into 55 degrees or more, a self-shadow effect arises to the particle of the metal magnetic material to deposit. Here, a self-shadow effect is becoming the shadow of the particle which the particle deposited in case thin film growth is carried out approaches, and is deposited. And for this self-shadow effect, thin film growth of the particle to deposit cannot be carried out, but it becomes high density with the film with many openings. Therefore, the magnetic layer 3 formed by this vacuum evaporationo equipment 20 serves as \*\*\*\*\* with many openings.

[0043] For this reason, by this tape-like magnetic-recording medium 1, the saturation magnetic flux density and the residual magnetic flux density of a magnetic layer 3 serve as smallness. Moreover, by this tape-like magnetic-recording medium 1, a magnetic particle will be separated spatially and it becomes that whose coercive force improved. Moreover, according to this technique, the magnetic properties of a magnetic layer 3 are easily controllable by adjusting the minimum incident angle.

[0044] By this technique,  $B_r$  and the thickness dimension of a magnetic layer are expressed for the residual magnetization of the magnetic layer 3 in the tape-like magnetic-recording medium 1 as  $\Delta$ , and when  $B_s$  and the thickness dimension of a component are expressed for the saturation magnetization of the MR component 10 which reproduces this tape-like magnetic-recording medium 1 as  $t$ , specifically, the tape-like magnetic-recording medium 1 can be manufactured so that it may have the relation it is unrelated  $B_r \Delta \leq B_s t / 2$ . For this reason, according to this technique, the manufactured tape-like magnetic-recording medium 1 does not saturate magnetically the MR component 10 in MR head 11. That is, the magnetic signal recorded on the tape-like magnetic-recording medium 1 is made to operate in the field  $R$  with the sufficient linearity in drawing 3 , without saturating the MR component 10 magnetically.

[0045] Moreover, by this technique, this tape-like magnetic-recording medium 1 can be manufactured so that



the coercive force  $H_c$  of a magnetic layer 3 may become  $H_c \geq 1500(\text{Oe})$ . Thereby, by this tape-like magnetic-recording medium 1, in case a magnetic signal is recorded, here where sharp flux reversal is started is made. For this reason, the tape-like magnetic-recording medium 1 can avoid the inconvenience by self-demagnetizing field increasing in connection with a magnetic signal being short-wavelength-ized. That is, this tape-like magnetic-recording medium 1 can record a magnetic signal corresponding to high density record.

[0046] The signal-regeneration approach of the tape-like magnetic-recording medium applied to this invention further on the other hand is characterized by to have the relation it is unrelated  $Br \Delta \leq B_{st} / 2$ , in case it reproduces by the magneto-resistive effect mold magnetic head using the magneto-resistive effect component which sets saturation magnetization to  $B_s$  for the tape-like magnetic-recording medium which it comes to form a magnetic layer on a nonmagnetic base material, sets residual magnetization to  $Br$ , and sets the thickness dimension of the above-mentioned magnetic layer to  $\Delta$ , and sets a thickness dimension to  $t$ .

[0047] That is, by this signal regeneration approach, it reproduces by MR head 11 using the MR component 10 which shows resistance rate of change as shows the tape-like magnetic-recording medium 1 which was mentioned above to drawing 3. Since it has the relation which the tape-like magnetic-recording medium 1 and MR head 11 become  $Br \Delta \leq B_{st} / 2$  at this time, signal regeneration processing can be carried out without saturating the MR component 10 magnetically.

[0048] Moreover, by the tape-like magnetic-recording medium 1 which was mentioned above, since the magnetic interaction between magnetic particles is reduced, it becomes that to which the noise decreased. In MR head 11 which was mentioned above, the noise of the tape-like magnetic-recording medium 1 will act on an SN ratio greatly. Thereby, according to this signal regeneration approach, since the noise of the tape-like magnetic-recording medium 1 is reduced, a high SN ratio is realizable.

[0049]

[Example] Hereafter, with the application of this invention, the tape-like magnetic-recording medium 1 was manufactured actually, and the property was evaluated. Here, the example 5 was created from the example 1, and in order to compare with this, the example 5 of a comparison was created from the example 1 of a comparison.

[0050] The magnetic layer 3 was formed in one front face of this high polymer film in this example and the example of a comparison, using a high polymer film as a nonmagnetic base material 2. When forming this magnetic layer 3, as shown in drawing 4, using vacuum evaporation equipment 20, the metal magnetic material was vapor-deposited with the method vacuum deposition of slanting, and membranes were formed. Here, Co was used as a metal magnetic material.

[0051] The membrane formation conditions at this time are described below.

[0052] a membrane formation condition and ingot: -- Co100 and incident angle whenever: -- 55 degrees - 90 degree and amount of oxygen installation: -- 0.2 - 0.5 l/min and degree of vacuum: -- by forming a magnetic layer 3 on the nonmagnetic base material 2 on the membrane formation conditions above  $2 \times 10$  to 2 Pa, when Co-O accumulates as a nonmagnetic particle, a magnetic layer 3 is formed, while Co accumulates as a magnetic particle. And 20 degrees - 30 degrees of the easy axis come to incline in the magnetic layer 3 formed in this way on the front face of the nonmagnetic base material 2. In addition, the thickness of a magnetic layer 3 was controlled by changing the feed rate of a tape, or the charge power of an electron gun.

[0053] And next, the carbon protective layer 4 was formed so that a thickness dimension might be set to about 8nm on a magnetic layer 3, and the topcoat layer 5 was formed on this carbon protective layer 4. Furthermore, the back coat layer 6 was formed in the front face of the nonmagnetic base material 2 of an opposite hand with the side in which the magnetic layer 3 was formed. Then, it judged to predetermined magnetic tape width of face, and the tape-like magnetic-recording medium 1 was completed.

[0054] In the formation process of the magnetic layer 3 mentioned above, the magnetic properties can be changed by changing membrane formation conditions variously. Specifically, a residual magnetic flux density

and coercive force are controllable by making minimum incident angle  $\theta_L$  into various values. Thus, the result of having controlled the residual magnetic flux density and coercive force of a magnetic layer 3 is shown in a table 1 and a table 2. In addition, a table 1 is the case where the thickness of a magnetic layer 3 is 100 micrometers, and a table 2 is the case where the thickness of a magnetic layer 3 is 50 micrometers.

[0055]

[A table 1]

膜厚  $\delta$  : 1 0 0 [nm]

	45-90°	50-90°	55-90°	60-90°
Bs[G]	5650	3640	3000	2500
Br[G]	4140	2950	2010	1760
Hc//[Oe]	1400	1700	1950	2000
Br $\delta$ [G · $\mu$ m]	410	295	200	180

[0056]

[A table 2]

膜厚  $\delta$  : 5 0 [nm]

	45-90°	50-90°	55-90°	60-90°
Bs[G]	5400	3640	2900	2500
Br[G]	4080	2900	1950	1760
Hc//[Oe]	1350	1500	1650	1700
Br $\delta$ [G · $\mu$ m]	205	145	100	88

[0057] There is an inclination for saturation magnetic flux density to become small, so that from these tables 1 and a table 2 and the minimum incident angle becomes large, and for coercive force to become large. That is, by controlling the minimum incident angle, as mentioned above shows that it becomes possible to control the magnetic properties of a magnetic layer 3.

[0058] Thus, magnetic properties were controlled and the example 5 of a comparison was created from the example 5 and the example 1 of a comparison from an example 1. And the magnetic parametric performance was measured about each of these samples. At this time, the magnetic signal was recorded on each sample by the MIG (Metal in Gap) head which sets gap length to 0.22 micrometers and sets the width of recording track to 86 micrometers. In addition, 0.3 micrometers was used as wavelength considered to be used in future super-high density record as record wavelength of a magnetic signal at this time.

[0059] And MR head A for which nickel-Fe was used as a MR component 10, and GMR head B for which the GMR component which shows giant magneto-resistance as a MR component 10 was used were used for magnetic parametric performance measurement. The width of recording track shall be set to 5 micrometers, and this MR head A shall have Bst / MR component of 2= 200 (G· $\mu$ m). Moreover, the width of recording track shall be set to 5 micrometers, and this GMR head B shall have Bst / MR component of 2= 100 (G· $\mu$ m). Moreover, in these MR headA and GMR head B, the head effectiveness was set to about 0.4, respectively. In

addition, in this magnetic parametric performance measurement, the tape speed was made into 1 m/min as a relative velocity.

[0060] And the sample mentioned above was reproduced by MR headA or GMR head B, and the SN ratio was measured about each sample. About the example 1 - the example 3 and the example 1 of a comparison - the example 3 of a comparison, it reproduced by MR head A. The measurement result is shown in a table 3. Moreover, about the example 4, the example 5, the example 4 of a comparison, and the example 5 of a comparison, it reproduced by GMR head B. The measurement result is shown in a table 4. In addition, magnetic properties were measured with the oscillating sample mold magnetometer here.

[0061]

[A table 3]

記録波長  $0.3 \mu\text{m}$   
 使用ヘッド：シールド型Ni-FeMRヘッド  
 ヘッドのBs :  $10[\text{kG}]$ ,  $t : 0.04[\mu\text{m}]$   
 $B_s \cdot t/2 = 200[\text{G} \cdot \mu\text{m}]$   
 ヘッド効率 : 0.4

	$Br \delta$ [G · $\mu\text{m}$ ]	Hc//[Oe]	SN比[dB]
実施例 1	70	1500	21.0
実施例 2	140	1800	22.1
実施例 3	190	1750	23.7
比較例 1	300	1800	16.1
比較例 2	750	1750	15.0
比較例 3	150	1200	19.0

[0062]

[A table 4]

記録波長  $0.3 \mu\text{m}$   
 使用ヘッド：スピンバルブ型GMRヘッド  
 ヘッドのBs · t/2 =  $100[\text{G} \cdot \text{m}]$   
 ヘッド効率 : 0.4

	$Br \delta$ [G · $\mu\text{m}$ ]	Hc//[Oe]	SN比[dB]
実施例 4	70	1500	21.0
実施例 5	100	1700	22.0
比較例 4	200	1750	18.5
比較例 5	100	1200	19.2

[0063] In these tables 3 and a table 4, it shall have a good magnetic parametric performance as an SN ratio is

20dB or more in value. When the value of 20dB in an SN ratio is converted into an error rate, it is equivalent to  $5 \times 10^{-6}$ . Therefore, the value of the SN ratio of 20dB or more is value sufficient as an error rate in the usual data media.

[0064] By setting a tape-like magnetic-recording medium to  $B_r \leq B_{st} / 2$  in the relation between a magnetic layer 3 and the magnetic properties of the MR head to reproduce, and setting coercive force of a magnetic layer 3 to 1500 or more Oes shows having a good magnetic parametric performance from these tables 3 and a table 4.

[0065]

[Effect of the Invention] In case the magneto-resistive effect mold magnetic head which has the magneto-resistive effect component which sets saturation magnetic flux density to  $B_s$ , and sets thickness to  $t$  is reproduced, by the tape-like magnetic-recording medium concerning this invention, it has the relation it is unrelated  $B_r \leq B_{st} / 2$ , so that clearly from the above explanation. Thereby, this tape-like magnetic-recording medium is reproduced by the magneto-resistive effect mold magnetic head with a good SN ratio.

[0066] Moreover, by the manufacture approach of the tape-like magnetic-recording medium concerning this invention, the minimum incident angle at the time of forming a magnetic layer is made into 55 degrees or more. For this reason, according to this technique, the tape-like magnetic-recording medium which has magnetic properties which were mentioned above can be manufactured.

---

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the sectional view of the tape-like magnetic-recording medium concerning this invention.

[Drawing 2] It is the important section sectional view of a tape-like magnetic-recording medium and an MR head.

[Drawing 3] It is property drawing showing a magneto-resistive effect curve, and an axis of abscissa shows an external magnetic field, and an axis of ordinate shows the resistance of MR component.

[Drawing 4] It is the outline block diagram of the vacuum evaporationo equipment used for the manufacture approach of the tape-like magnetic-recording medium concerning this invention.

[Description of Notations]

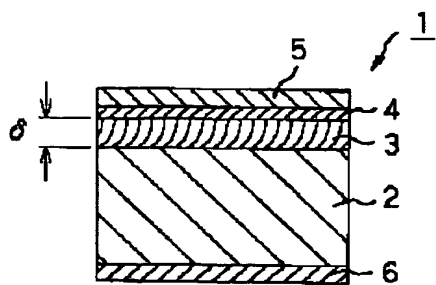
1 Tape-like Magnetic-Recording Medium, 2 Nonmagnetic Base Material, 3 Magnetic Layer, 10 Magneto-resistive Effect Component, 11 Magneto-resistive Effect Mold Magnetic Head, 20 Vacuum Evaporationo Equipment, 24 Crucible, 25 Shutters,  $\theta$  Incident Angle,  $\theta_L$  The Minimum Incident Angle

---

## DRAWINGS

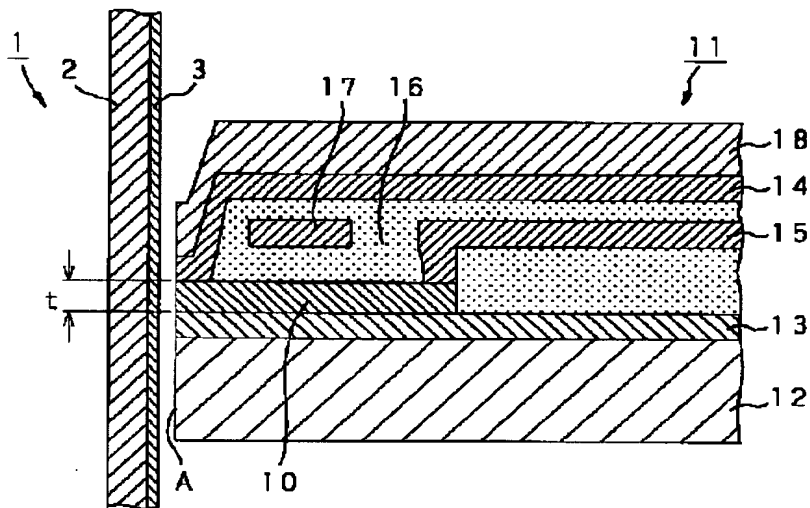
---

[Drawing 1]



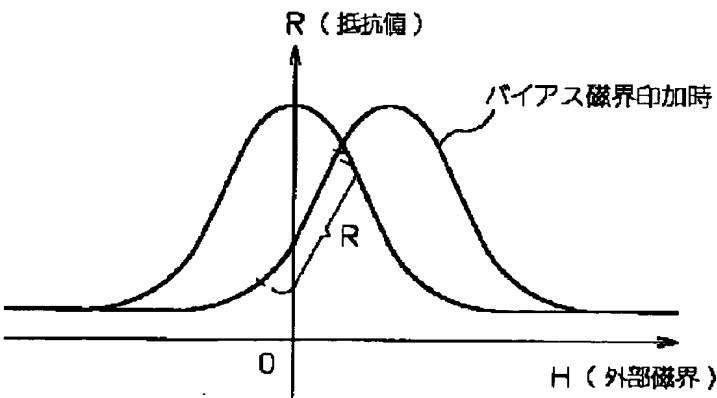
本発明に係るテープ状磁気記録媒体の断面図

[Drawing 2]



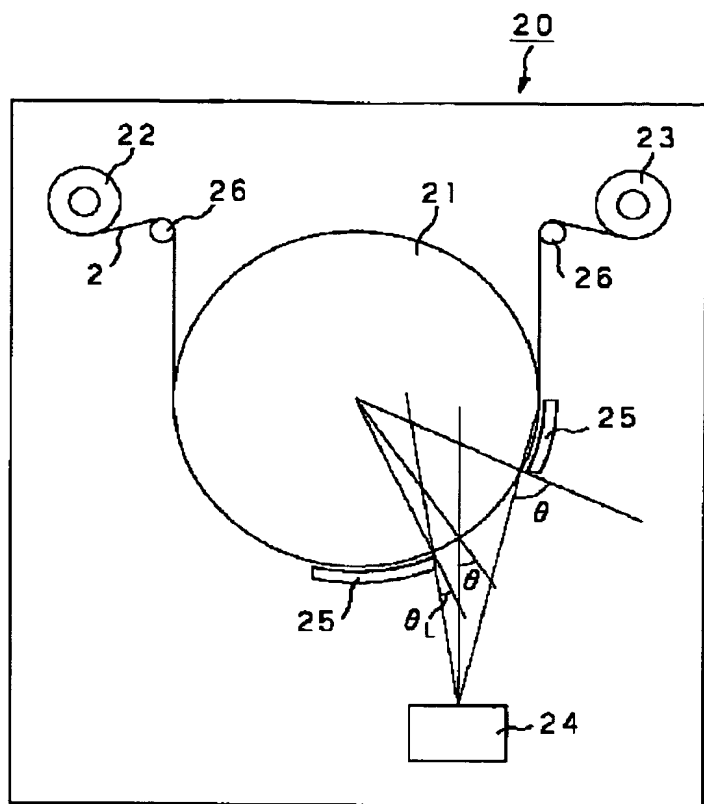
テープ状磁気記録媒体とMRヘッドとの関係を示す要部断面図

[Drawing 3]



MR素子の磁気抵抗効果曲線を示す特性図

[Drawing 4]



蒸着装置の概略構成図

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-134306

(43)公開日 平成10年(1998)5月22日

(51)Int.Cl.<sup>9</sup>

識別記号

F I

G 1 1 B 5/02  
5/39  
5/66  
5/85G 1 1 B 5/02  
5/39  
5/66  
5/85U  
  
A

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 12 頁)

(21)出願番号 特願平8-290562

(22)出願日 平成8年(1996)10月31日

(71)出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72)発明者 吉田 伸也

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ  
ー株式会社内

(72)発明者 香川 潔

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ  
ー株式会社内

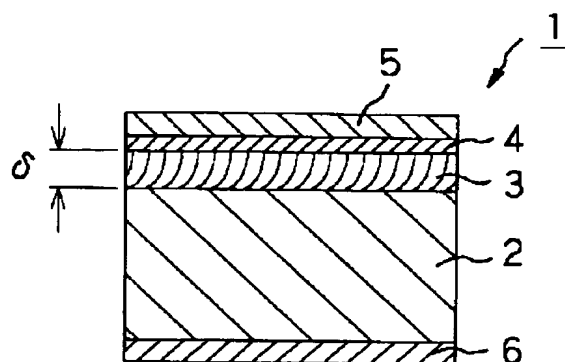
(74)代理人 弁理士 小池 晃 (外2名)

(54)【発明の名称】 テープ状磁気記録媒体及びこれを用いた信号再生方法

(57)【要約】

【課題】 シールド型の磁気抵抗効果型磁気ヘッドに用いられ、高密度記録に適したテープ状磁気記録媒体を提供し、また、それに記録された信号の信号再生方法を提供する。

【解決手段】 テープ状磁気記録媒体1は、非磁性支持体2上に磁性層3が形成されてなり、残留磁束密度を $B_r$ とし、上記磁性層3の厚み寸法を $\delta$ とするものであり、再生ヘッドであるシールド型の磁気抵抗効果型磁気ヘッドに用いられる磁気抵抗効果素子の飽和磁束密度 $B_s$ 及び厚さ寸法 $t$ に対して $B_r \delta \leq B_s t / 2$ なる関係を有し、且つ、保磁力 $H_c$ が $H_c \geq 1500$  (Oe)である。



本発明に係るテープ状磁気記録媒体の断面図

**【特許請求の範囲】**

【請求項1】 非磁性支持体上に磁性層が形成されてなり、残留磁束密度を $B_r$ とし、上記磁性層の厚み寸法を $\delta$ とするテープ状磁気記録媒体において、再生ヘッドである磁気抵抗効果型磁気ヘッドに用いられる磁気抵抗効果素子の飽和磁束密度 $B_s$ 及び厚さ寸法 $t$ に対して $B_r \delta \leq B_s t / 2$ なる関係を有し、且つ、保磁力 $H_c$ が $H_c \geq 1500$  (Oe)であることを特徴とするテープ状磁気記録媒体。

【請求項2】 上記磁性層は、金属磁性膜が斜方蒸着法により成膜されてなり、上記非磁性支持体の表面に対して斜めに磁化容易軸を有することを特徴とする請求項1記載のテープ状磁気記録媒体。

【請求項3】 非磁性支持体上に磁性層が形成されてなり、残留磁束密度を $B_r$ とし、上記磁性層の厚み寸法を $\delta$ とし、飽和磁束密度を $B_s$ とし厚み寸法を $t$ とする磁気抵抗効果素子を用いた磁気抵抗効果型磁気ヘッドにより再生されるテープ状磁気記録媒体を製造するに際して、最低入射角を $55^\circ$ 以上とする斜方蒸着法により非磁性支持体上に金属磁性膜を成膜することにより、 $B_r \delta \leq B_s t / 2$ なる関係を有し、保磁力 $H_c$ が $H_c \geq 1500$  (Oe)である磁性層を形成することを特徴とするテープ状磁気記録媒体の製造方法。

【請求項4】 飽和磁束密度を $B_s$ とし、厚み寸法を $t$ とする磁気抵抗効果素子を用いた磁気抵抗効果型磁気ヘッドと、非磁性支持体上に磁性層が形成されてなり、残留磁束密度を $B_r$ とし、上記磁性層の厚み寸法を $\delta$ としたときに $B_r \delta \leq B_s t / 2$ なる関係を満足し、且つ保磁力 $H_c$ が $H_c \geq 1500$  (Oe)であるテープ状磁気記録媒体とを用い、上記テープ状磁気記録媒体を上記磁気抵抗効果型磁気ヘッドにて再生することを特徴とする信号再生方法。

**【発明の詳細な説明】****【0001】**

【発明の属する技術分野】本発明は、磁気抵抗効果素子を用いた磁気抵抗効果型磁気ヘッドに用いて好適なテープ状磁気記録媒体に関し、また、このテープ状磁気記録媒体を製造する製造方法に関する。さらに、本発明は、磁気抵抗効果型磁気ヘッドによりテープ状磁気記録媒体を再生する信号再生方法に関する。

**【0002】**

【従来の技術】磁気記録の分野においては、記録すべき情報量の増加に伴って、年々、高密度記録化が強く要求されてきている。これに伴い、磁気記録媒体としては、従来の磁性粒子をバインダー中に分散させて塗布してなる、いわゆる塗布型磁気記録媒体に代わって、強磁性金属をメッキや真空薄膜形成手段（真空蒸着法、スパッタ法、イオンプレーティング法等）により成膜した、いわ

ゆる薄膜型磁気記録媒体が主流になりつつある。

【0003】この強磁性金属を成膜した薄膜型磁気記録媒体は、保磁力や角形比等に優れ、塗布型磁気記録媒体のように磁性層中に非磁性材であるバインダーを混入する必要がないため磁性材料の充填密度（言い換えると、単位体積当たりの磁化量）を高めることができる。また、この薄膜型磁気記録媒体は、塗布型磁気記録媒体に比べ磁性層厚を極めて薄くできるため、短波長領域における電磁変換特性に優れる。さらに、この薄膜型磁気記録媒体は、記録減磁も著しく小さいといった特徴を有する。薄膜型磁気記録媒体は、塗布型磁気記録媒体と比較して様々な優位さを有するため、今後、高密度記録用の磁気記録媒体として主流となると考えられる。

【0004】ところで、このような磁気記録の分野において、薄膜型磁気記録媒体としては、斜方蒸着法により磁性層を形成したテープ状磁気記録媒体が用いられている。この斜方蒸着法により形成されたテープ状磁気記録媒体とは、移動走行する非磁性支持体（ポリエステルフィルムやポリアミド、ポリアミドフィルム等の高分子フィルム）上に、斜め方向から真空蒸着法により磁性金属を堆積させることにより磁性層を形成したものである。斜方蒸着法により作成されたテープ状磁気記録媒体では、磁性粒子が非磁性支持体の表面に対して斜めに配向しており、磁性粒子を長手方向に配向させた従来の磁気テープに比べ高密度な記録が可能となる。具体的には、このテープ状磁気記録媒体では、磁性層における磁化容易軸が非磁性支持体の表面に対して約 $20^\circ$ 傾斜するように形成されている。

**【0005】**

【発明が解決しようとする課題】ところで、高密度記録化の要求に答えるためには、上述したような磁気記録媒体の改良のみならず磁気ヘッドの改良も必要であり、特に、磁気抵抗効果素子を用いた磁気抵抗効果型磁気ヘッド（以下、MRヘッドと呼ぶ。）による再生方式も注目を集めている。

【0006】このMRヘッドは、磁気抵抗効果を用いた磁気ヘッドであり、より微小な信号磁界を検出することが可能である。このため、MRヘッドは、高密度記録に伴い記録波長が短波長化した際の信号磁界の減少にも対応することができる。

【0007】しかしながら、このMRヘッドを用いて上述したようなテープ状磁気記録媒体を再生する際には、最適な条件が検討されておらず、必ずしも十分に高密度記録を実現するには至らなかった。

【0008】そこで、本発明は、磁気抵抗効果型磁気ヘッドに用いられ、高密度記録に適したテープ状磁気記録媒体を提供し、また、その製造方法を提供することを目的とする。さらに、本発明は、磁気抵抗効果型磁気ヘッドを用いてテープ状磁気記録媒体に記録された信号の信号再生方法を提供することを目的とする。



## 【0009】

【課題を解決するための手段】そこで、本発明者らは、上述した目的を達成するために鋭意検討し、テープ状磁気記録媒体が磁気抵抗効果型磁気ヘッドにより再生される場合の最適な条件を検討した結果、テープ状磁気記録媒体の表面における単位面積当たりの残留磁束密度を小とし、保磁力を大とすることによって、磁気抵抗効果型磁気ヘッドに適したテープ状磁気記録媒体となるといった知見を得るに至った。すなわち、テープ状磁気記録媒体をシールド型の磁気抵抗効果型磁気ヘッドで再生する場合には、磁気抵抗効果素子を磁氣的に飽和させないように、媒体の残留磁束密度と膜厚との積を小としなくてはならないことが明らかになった。また、テープ状磁気記録媒体が磁気抵抗効果型磁気ヘッドで再生される場合、保磁力を大とすることにより、高密度記録の債に用いられる短記録波長に対応した自己減磁界に対抗してシャープな磁化反転を起こせることが明らかになった。

【0010】そこで、本発明に係るテープ状磁気記録媒体は、非磁性支持体上に磁性層が形成されてなり、残留磁束密度を $B_r$ とし、上記磁性層の厚み寸法を $\delta$ とするテープ状磁気記録媒体において、再生ヘッドである磁気抵抗効果型磁気ヘッドに用いられる磁気抵抗効果素子の飽和磁束密度 $B_s$ 及び厚さ寸法 $t$ に対して $B_r \delta \leq B_s t / 2$ なる関係を有し、且つ、保磁力 $H_c$ が $H_c \geq 1500$  (Oe)であることを特徴とする。

【0011】また、本発明に係るテープ状磁気記録媒体の製造方法は、非磁性支持体上に磁性層が形成されてなり、残留磁束密度を $B_r$ とし、上記磁性層の厚み寸法を $\delta$ とし、飽和磁束密度を $B_s$ とし厚み寸法を $t$ とする磁気抵抗効果素子を用いた磁気抵抗効果型磁気ヘッドにより再生されるテープ状磁気記録媒体を製造するに際して、最低入射角を $55^\circ$ 以上とする斜方蒸着法により非磁性支持体上に金属磁性膜を成膜することにより、 $B_r \delta \leq B_s t / 2$ なる関係を有し、保磁力 $H_c$ が $H_c \geq 1500$  (Oe)である磁性層を形成することを特徴とする。

【0012】さらに、本発明に係るテープ状磁気記録媒体を用いた信号再生方法は、飽和磁束密度を $B_s$ とし、厚み寸法を $t$ とする磁気抵抗効果素子を用いた磁気抵抗効果型磁気ヘッドと、非磁性支持体上に磁性層が形成されてなり、残留磁束密度を $B_r$ とし、上記磁性層の厚み寸法を $\delta$ としたときに $B_r \delta \leq B_s t / 2$ なる関係を満足し、且つ保磁力 $H_c$ が $H_c \geq 1500$  (Oe)であるテープ状磁気記録媒体とを用い、上記テープ状磁気記録媒体を上記磁気抵抗効果型磁気ヘッドにて再生することを特徴とする。

【0013】なお、上述した保磁力 $H_c$ は、膜面内方向で測定した値である。

【0014】以上のように構成された本発明に係るテープ状磁気記録媒体は、 $B_r \delta \leq B_s t / 2$ なる関係を有

することによって、磁気抵抗効果型磁気ヘッドの磁気抵抗効果素子を飽和させることがない。これにより、磁気抵抗効果型磁気ヘッドは、磁気抵抗効果素子の抵抗変化率が線形である範囲で動作することとなる。したがって、このテープ状磁気記録媒体は、磁気抵抗効果型磁気ヘッドにより良好に再生される。

【0015】また、本発明に係るテープ状磁気記録媒体の製造方法によれば、最低入射角を $55^\circ$ 以上とする斜方蒸着法が用いられているため、金属磁性膜の薄膜成長過程において自己陰影効果が大きくなる。このため、成膜される金属磁性膜は、膜中での空隙が占める割合が大きくなり、小さな飽和磁化 $B_s$ を示すこととなる。これにより、テープ状磁気記録媒体は、 $B_r \delta \leq B_s t / 2$ なる関係を有する磁性層が形成されたものとなる。

【0016】また、金属磁性膜中の空隙の割合が大きくなると、磁性層の保磁力も大幅に増大することとなる。これにより、テープ状磁気記録媒体は、保磁力 $H_c$ が $H_c \geq 1500$  (Oe)である磁性層が形成されたものとなる。したがって、このテープ状磁気記録媒体は、高密度記録に用いられる短記録波長に対応した自己減磁界に対抗してシャープな磁化反転を示すこととなる。

【0017】さらに、本発明に係るテープ状磁気記録媒体を用いた信号再生方法によれば、 $B_r \delta \leq B_s t / 2$ なる関係のもとで、磁気抵抗効果型磁気ヘッドによりテープ状磁気記録媒体が再生される。これにより、この手法では、磁気抵抗効果型磁気ヘッドがテープ状磁気記録媒体に記録された磁気信号を良好な再生信号とすることができる。

## 【0018】

【発明の実施の形態】本発明に係るテープ状磁気記録媒体、その製造方法及びこれを用いた信号再生方法について図面を参照して詳細に説明する。

【0019】先ず、本実施の形態に示すテープ状磁気記録媒体1は、図1に示すように、非磁性支持体2上に少なくとも磁性層3が形成されるように構成されている。また、このテープ状磁気記録媒体1は、磁性層3上に保護膜4を有しており、この保護膜4上にトップコート層5が形成されるように構成されている。さらに、このテープ状磁気記録媒体1は、非磁性支持体2の磁性層3が形成される面とは反対の面にバックコート層6を有して構成されている。なお、本発明において、テープ状磁気記録媒体は、特に、保護膜4、トップコート層5及びバックコート層6を有さないような構成であってもよい。

【0020】また、このテープ状磁気記録媒体1において、磁性層3は、詳細は後述するが斜方蒸着法を用いて成膜される磁性薄膜あり、金属磁性材料を用いて薄膜形成される。金属磁性材料としては、Fe、Co、Ni等の強磁性金属や、Co-Ni系合金、Co-Ni-Pt系合金、Fe-Co-Ni系合金、Fe-Ni-B系合金、Fe-Co-B系合金、Fe-Co-Ni-B系合

金や、Co-Cr系合金（Co-Cr-TaやCo-Cr-Pt等）等が挙げられる。

【0021】この磁性層3は、その保磁力 $H_c$ が約1500Oe以上とされ、残留磁束密度 $B_r$ と磁性層3の膜厚 $\delta$ との積 $B_r \delta$ が小とされてなる。すなわち、このテープ状磁気記録媒体は、飽和磁束密度を $B_s$ とし膜厚を $t$ とする磁気抵抗効果素子を有する磁気抵抗効果型磁気ヘッドにより再生される際、 $B_r \delta \leq B_s t / 2$ なる関係を有している。

【0022】そして、上述した磁性層3が成膜される非磁性支持体2としては、ポリエステル類、セルロース誘導体、ビニル系樹脂、ポリイミド類、ポリアミド類、ポリカーボネート等に代表されるような高分子材料により形成される高分子支持体等が挙げられる。

【0023】そして、磁性層3上に成膜される保護膜4は、カーボン膜、 $Al_2O_3$ 、Ti-N、Mo-C、Cr-C、SiO、 $SiO_2$ 、Si-N等が挙げられる。この保護層4上に形成されるトップコート層5は、防錆剤や潤滑剤よりなるものであり、保護層4上に塗布されても、薄膜形成されてもよい。さらに、非磁性支持体の磁性層3が形成された面とは反対の面に形成されるバックコート層6は、カーボン系微粉末や表面粗度をコントロールするための無機顔料が分散されてなる層であり、媒体の走行性を改善するために設けられる。

【0024】上述したように構成されたテープ状磁気記録媒体1において、磁性層3は、斜方蒸着法により形成されるため、その磁化容易軸が非磁性支持体2の表面に対して斜めに形成されている。このため、テープ状磁気記録媒体1では、現行の水平記録方式と比較して高密度に磁気信号を記録することができる。

【0025】また、テープ状磁気記録媒体1は、その保磁力が1500Oe以上とされてなるため、シャープな磁化反転を起こすことができる。すなわち、このテープ状磁気記録媒体1は、高密度記録に対応して磁気信号を記録することができる。

【0026】さらに、このテープ状磁気記録媒体1は、上述したように、再生する磁気抵抗効果型磁気ヘッドとの関係において、 $B_r \delta \leq B_s t / 2$ となるように形成されている。このため、このテープ状磁気記録媒体1は、磁気抵抗効果型磁気ヘッドにより再生される際に磁気ヘッドの再生能力の限界を越えない範囲で磁気ヘッドを動作させることができる。

【0027】以上のように構成されたテープ状磁気記録媒体1では、磁性層3に記録された磁気信号が再生される際、図2に示すような、磁気抵抗効果素子10（以下、MR素子10と呼ぶ。）を用いた磁気抵抗効果型磁気ヘッド11（以下、MRヘッド11と呼ぶ。）が用いられる。このMRヘッド11において、MR素子10は、磁気信号に対する感磁部となり、テープ状磁気記録媒体1からの磁気信号を感磁して再生する。このMRヘ

ッド11では、外部磁界である磁気信号が印加されると、図3に示すように、MR素子10の電気抵抗が変化する。そして、MRヘッド11は、このMR素子10に対して一定のセンス電流を供給することにより、このような電気抵抗の変化を電圧の変化として検出する。

【0028】このMRヘッド11は、いわゆるシールド型の磁気抵抗効果型磁気ヘッドであり、下層シールド12と、この下層シールド12上に形成された下部ギャップ13と、この下部ギャップ13上に形成されたMR素子10と、このMR素子10の長手方向の両端部に形成された先端部電極14及び後端部電極15と、MR素子10の上方に非磁性絶縁層16を介して形成されたバイアス磁界導電層17と、先端部電極14上に形成された上層シールド18とから構成されている。

【0029】このMRヘッド11において、下層シールド12及び上層シールド18は、磁性体からなり、下部ギャップ13及び先端部電極14は、非磁性体からなる。また、MRヘッド11において、後端部電極15及びバイアス磁界導電層17は、導電体からなる。

【0030】上述のように構成されたMRヘッド11は、図2中Aで示す側面を媒体対向面とし、上述したテープ状磁気記録媒体1に記録された磁気信号を再生する。このとき、MRヘッド11では、MR素子10が感磁部となり、テープ状磁気記録媒体からの信号磁界がMR素子10に印加される。そして、このMRヘッド11では、後端部電極15より一定電流のセンス電流がMR素子10に供給される。このセンス電流は、MR素子10に供給された後、先端部電極からアースされることとなる。

【0031】このMR素子10は、外部から磁界が印加されるとその電気抵抗が変化するといった、図3に示すような、いわゆる磁気抵抗効果を示すため、センス電流が供給されると電気抵抗の変化に応じた電圧変化を示すこととなる。そして、MRヘッド11は、信号磁界によるセンス電流の電圧変化を検出することによって、磁気信号を再生することとなる。なお、このとき、MRヘッド11では、バイアス磁界導電層17に電流が供給されており、このバイアス磁界導電層17からバイアス磁界が発生している。このバイアス磁界がMR素子10に印加されることにより、MR素子10が線形性よく抵抗変化を示すようになる。

【0032】また、このMRヘッド11は、下層シールド12及び上層シールド18を有するシールド型の磁気抵抗効果型磁気ヘッドである。すなわち、このMRヘッド11では、テープ状磁気記録媒体1から発生する再生対象でない信号磁界は、下層シールド12及び上層シールド18に引き込まれることとなる。したがって、このMRヘッド11では、テープ状磁気記録媒体1から発生する信号磁界のうち再生対象の信号磁界のみがMR素子10に印加することとなる。

【0033】上述したようなMRヘッド11とテープ状磁気記録媒体1とは、磁性層3の残留磁束密度を $B_r$ 、磁性層3の厚み寸法を $\delta$ と表し、MR素子10の飽和磁束密度を $B_s$ 、MR素子10の厚み寸法を $t$ と表すときに、 $B_r \delta \leq B_s t / 2$ なる関係を有する。このため、このテープ状磁気記録媒体1は、発生する信号磁界によりMR素子10を磁氣的に飽和させることがない。すなわち、テープ状磁気記録媒体1に記録された磁気信号は、MR素子10を磁氣的に飽和させずに図3中Rで示す線形性の良い領域内で動作させることとなる。

【0034】また、このテープ状磁気記録媒体1は、磁性層3の保磁力 $H_c$ が $H_c \geq 1500$  (Oe)とされる。これにより、このテープ状磁気記録媒体1では、磁気信号が記録される際、磁性層3が磁気信号に対してシャープな磁化反転を起こすことができる。このため、テープ状磁気記録媒体1においては、磁気信号が短波長化されるのに伴い自己減磁界が増大することによる不都合を回避することができる。すなわち、このテープ状磁気記録媒体1は、高密度記録に対応して磁気信号を記録することができる。

【0035】なお、上述したMRヘッド11において、MR素子10は、巨大磁気抵抗効果を示す、いわゆるGMR素子であっても良い。このときも、GMR素子の飽和磁束密度を $B_s$ とし膜厚を $t$ としたとき、テープ状磁気記録媒体とMRヘッドとは、 $B_r \delta \leq B_s t / 2$ なる関係を有していればよい。

【0036】一方、本発明に係るテープ状磁気記録媒体の製造方法は、上述したテープ状磁気記録媒体1を製造するに際して適用することができる。以下に、本発明に係るテープ状磁気記録媒体の製造方法を詳細に説明する。

【0037】このテープ状磁気記録媒体1では、非磁性支持体2上に磁性層3を構成する金属磁性材料が斜方蒸着法により薄膜形成される。このとき、テープ状磁気記録媒体1の磁性層3は、図4に示すような蒸着装置20により形成される。

【0038】この蒸着装置20は、磁性層3を形成する面が外側になるように非磁性支持体2が掛け渡された冷却キャン21と、非磁性支持体2を巻回してこの冷却キャン21に送り出す送出ロール22と、非磁性支持体2を巻き取る巻取りロール23と、金属磁性材料を入れる坩堝24と、冷却キャン21に掛け渡された非磁性支持体2と対向して配される一対のシャッタ25とから構成されている。この蒸着装置20は、一対のシャッタ25が非磁性支持体2の一部分のみを外方へと露出させるような構成となっている。また、この蒸着装置20は、非磁性支持体2を所定のテンションで冷却キャン21に掛け渡すために一対のテンションローラ26を有している。

【0039】この蒸着装置20は、坩堝24が冷却キャン

21に対して斜めに位置するように構成されている。言い換えると、この蒸着装置20は、冷却キャンに掛け渡された非磁性支持体2のうちで、一対のシャッタ25により外方へと露出されている部分と坩堝24とが所定の角度を以て対向するように構成されている。具体的には、この蒸着装置20では、坩堝24から飛散する金属磁性材料の粒子が非磁性支持体2の外方へ露出する部分に所定の入射角をもって堆積することとなる。

【0040】このとき、入射角とは、図4中 $\theta$ で示すように、金属磁性粒子が飛散する方向と半径方向とがなす角度のことである。また、ここでは、入射角の中で最も低角度のものを最低入射角 $\theta_L$ とする。本発明に係るテープ状磁気記録媒体の製造方法に用いられる蒸着装置20では、その最低入射角 $\theta_L$ が $55^\circ$ 以上となるように構成されている。

【0041】このような蒸着装置20を用いて非磁性支持体2の一表面に磁性層3を形成する際には、坩堝24内の金属磁性材料を加熱することによって、非磁性支持体2の表面に金属磁性材料を蒸着させる。このとき、この蒸着装置20では、一対のシャッタ25により遮蔽される部分を除き、非磁性支持体2の外方へと露出している部分にのみ磁性層3を成膜することができる。そして、非磁性支持体2の表面には、非磁性支持体2が送出ロール22から巻取りロール23に向かって走行することによって、順次、磁性層3が成膜されることとなる。

【0042】このとき、坩堝24から蒸発される金属磁性材料は、坩堝24が非磁性支持体2の外方へと露出している部分と所定の角度を以て対向しているために、非磁性支持体2上に所定の角度を有するように堆積する。すなわち、この蒸着装置20では、蒸着する金属磁性材料の最低入射角 $\theta_L$ が $55^\circ$ 以上とされているために、堆積する金属磁性材料の粒子に自己陰影効果が生ずる。ここで、自己陰影効果とは、薄膜成長する際に堆積する粒子が近接して堆積する粒子の影になることである。そして、この自己陰影効果のため、堆積する粒子は、高密度に薄膜成長することができず空隙の多い膜となる。したがって、この蒸着装置20により成膜される磁性層3は、空隙の多い粗な膜となる。

【0043】このため、このテープ状磁気記録媒体1では、磁性層3の飽和磁束密度及び残留磁束密度が小となる。また、このテープ状磁気記録媒体1では、磁性粒子が空間的に分離されることとなり、保磁力が向上したものとなる。また、この手法によれば、最低入射角を調節することによって、磁性層3の磁気特性を容易に制御することができる。

【0044】具体的には、この手法では、テープ状磁気記録媒体1における磁性層3の残留磁化を $B_r$ 、磁性層の厚み寸法を $\delta$ と表し、このテープ状磁気記録媒体1を再生するMR素子10の飽和磁化を $B_s$ 、素子の厚み寸

法を $t$ と表すときに、 $Br\delta \leq Bs t / 2$ なる関係を有するようにテープ状磁気記録媒体1を製造することができる。このため、この手法によれば、製造されたテープ状磁気記録媒体1は、MRヘッド11におけるMR素子10を磁氣的に飽和させることがない。すなわち、テープ状磁気記録媒体1に記録された磁気信号は、MR素子10を磁氣的に飽和させずに図3における線形性の良い領域R内で動作させることとなる。

【0045】また、この手法では、このテープ状磁気記録媒体1は、磁性層3の保磁力 $H_c$ が $H_c \geq 1500$

(Oe)となるように製造することができる。これにより、このテープ状磁気記録媒体1では、磁気信号が記録される際、シャープな磁化反転を起こすことができる。このため、テープ状磁気記録媒体1は、磁気信号が短波長化されるのに伴い自己減磁界が増大することによる不都合を回避することができる。すなわち、このテープ状磁気記録媒体1は、高密度記録に対応して磁気信号を記録することができる。

【0046】さらに一方、本発明に係るテープ状磁気記録媒体の信号再生方法は、非磁性支持体上に磁性層が形成されてなり、残留磁化を $Br$ とし、上記磁性層の厚み寸法を $\delta$ とするテープ状磁気記録媒体を、飽和磁化を $Bs$ とし、厚み寸法を $t$ とする磁気抵抗効果素子を用いた磁気抵抗効果型磁気ヘッドにより再生する際に $Br\delta \leq Bs t / 2$ なる関係を有することを特徴とする。

【0047】すなわち、この信号再生方法では、上述したようなテープ状磁気記録媒体1を、図3に示すような抵抗変化率を示すMR素子10を用いたMRヘッド11により再生する。このとき、テープ状磁気記録媒体1とMRヘッド11とは、 $Br\delta \leq Bs t / 2$ なる関係を有するために、MR素子10を磁氣的に飽和させることなく信号再生処理することができる。

【0048】また、上述したようなテープ状磁気記録媒体1では、磁性粒子間の磁氣的相互作用が低減されているため、ノイズが減少したものとなる。上述したようなMRヘッド11では、テープ状磁気記録媒体1のノイズがSN比に大きく作用することとなる。これにより、この信号再生方法によれば、テープ状磁気記録媒体1のノイズが低減されているため、高いSN比を実現することができる。

【0049】

【実施例】以下、本発明を適用して実際にテープ状磁気

記録媒体1を製造し、その特性を評価した。ここでは、実施例1から実施例5を作成し、これと比較するために比較例1から比較例5を作成した。

【0050】本実施例及び比較例では、非磁性支持体2として高分子フィルムを用い、この高分子フィルムの一表面に磁性層3を形成した。この磁性層3を形成する際には、図4に示したように、蒸着装置20を用いて斜方蒸着法により金属磁性材料を蒸着して成膜した。ここでは、金属磁性材料としてCoを用いた。

【0051】このときの成膜条件を下記に記す。

【0052】成膜条件

- ・インゴット：Co<sub>100</sub>
- ・入射角度：55°～90°
- ・酸素導入量：0.2～0.5 l/min
- ・真空度： $2 \times 10^{-2}$  Pa

以上のような成膜条件で非磁性支持体2上に磁性層3を形成することにより、磁性層3は、磁性粒子としてCoが堆積するとともに非磁性粒子としてCo-Oが堆積することにより形成される。そして、このように形成された磁性層3では、その磁化容易軸が非磁性支持体2の表面で20°～30°傾斜してなる。なお、磁性層3の厚さは、テープの送り速度または電子銃の投入電力を変えることにより制御した。

【0053】そして、次に、磁性層3上に厚み寸法が約8 nmとなるようにカーボン保護層4を形成し、このカーボン保護層4上にトップコート層5を形成した。さらに、磁性層3が形成された側とは反対側の非磁性支持体2の表面には、バックコート層6を形成した。その後、所定の磁気テープ幅に裁断し、テープ状磁気記録媒体1を完成した。

【0054】上述した磁性層3の形成工程においては、成膜条件を様々に変更することによって、その磁気特性を変化させることができる。具体的には、最低入射角 $\theta_L$ を様々な値にすることにより、残留磁束密度及び保磁力を制御することができる。このようにして、磁性層3の残留磁束密度及び保磁力を制御した結果を表1及び表2に示す。なお、表1は磁性層3の膜厚が100  $\mu$ mの場合であり、表2は磁性層3の膜厚が50  $\mu$ mの場合である。

【0055】

【表1】

膜厚 $\delta$  : 100[nm]

	45-90°	50-90°	55-90°	60-90°
Bs[G]	5650	3640	3000	2500
Br[G]	4140	2950	2010	1760
Hc//[Oe]	1400	1700	1950	2000
Br $\delta$ [G $\cdot\mu$ m]	410	295	200	180

【0056】

【表2】

膜厚 $\delta$  : 50[nm]

	45-90°	50-90°	55-90°	60-90°
Bs[G]	5400	3640	2900	2500
Br[G]	4080	2900	1950	1760
Hc//[Oe]	1350	1500	1650	1700
Br $\delta$ [G $\cdot\mu$ m]	205	145	100	88

【0057】これら表1及び表2から明らかなように、最低入射角が大きくなるほど飽和磁束密度が小さくなり、保磁力が大きくなる傾向がある。すなわち、上述したように最低入射角を制御することによって、磁性層3の磁気特性を制御することが可能となることがわかる。

【0058】このように磁気特性を制御し、実施例1から実施例5及び比較例1から比較例5を作成した。そして、これらの各サンプルに関して、電磁変換特性を測定した。このとき、各サンプルには、ギャップ長を0.2 $\mu$ mとし、トラック幅を86 $\mu$ mとするMIG(Metal in Gap)ヘッドにより磁気信号を記録した。なお、このとき、磁気信号の記録波長としては、今後の超高密度記録において用いられると考えられる波長として、0.3 $\mu$ mが使用された。

【0059】そして、電磁変換特性測定には、MR素子10としてNi-Feが用いられたMRヘッドAと、MR素子10として巨大磁気抵抗効果を示すGMR素子が用いられたGMRヘッドBとが用いられた。このMRヘ

ッドAは、トラック幅が5 $\mu$ mとされ、Bs $t/2=200$ (G $\cdot\mu$ m)のMR素子を有するものとする。また、このGMRヘッドBは、トラック幅が5 $\mu$ mとされ、Bs $t/2=100$ (G $\cdot\mu$ m)のMR素子を有するものとする。また、これらMRヘッドA及びGMRヘッドBにおいては、そのヘッド効率をそれぞれ約0.4とした。なお、この電磁変換特性測定において、テープ速度は、相対速度として1m/minとした。

【0060】そして、上述したサンプルをMRヘッドA又はGMRヘッドBで再生し、それぞれのサンプルについてSN比を測定した。実施例1～実施例3及び比較例1～比較例3に関しては、MRヘッドAで再生した。その測定結果を表3に示す。また、実施例4、実施例5、比較例4及び比較例5に関しては、GMRヘッドBで再生した。その測定結果を表4に示す。なお、ここで、磁気特性は、振動試料型磁力計により測定した。

【0061】

【表3】

記録波長  $0.3 \mu\text{m}$   
 使用ヘッド：シールド型Ni-FeMRヘッド  
 ヘッドの  $B_s$ :  $10[\text{kG}]$ ,  $t$ :  $0.04[\mu\text{m}]$   
 $B_s \cdot t/2 = 200[\text{G} \cdot \mu\text{m}]$   
 ヘッド効率: 0.4

	$Br\delta$ [G · $\mu\text{m}$ ]	$H_c//[\text{Oe}]$	SN比[dB]
実施例 1	70	1500	21.0
実施例 2	140	1800	22.1
実施例 3	190	1750	23.7
比較例 1	300	1800	16.1
比較例 2	750	1750	15.0
比較例 3	150	1200	19.0

【0062】

【表4】

記録波長  $0.3 \mu\text{m}$   
 使用ヘッド：スピバルブ型GMRヘッド  
 ヘッドの  $B_s \cdot t/2 = 100[\text{G} \cdot \text{m}]$   
 ヘッド効率: 0.4

	$Br\delta$ [G · $\mu\text{m}$ ]	$H_c//[\text{Oe}]$	SN比[dB]
実施例 4	70	1500	21.0
実施例 5	100	1700	22.0
比較例 4	200	1750	18.5
比較例 5	100	1200	19.2

【0063】これら表3及び表4において、SN比が20dB以上の値であると、良好な電磁変換特性を有するものとすることができる。SN比が20dBという値は、エラーレートに換算すると  $5 \times 10$  に相当する。したがって、SN比20dB以上という値は、通常のデータメディアにおけるエラーレートとして十分な値となっている。

【0064】これら、表3及び表4より、テープ状磁気記録媒体は、磁性層3と再生するMRヘッドの磁気特性との関係において  $Br\delta \leq B_s t/2$  とされ、且つ、磁性層3の保磁力が1500Oe以上とされることによって、良好な電磁変換特性を有することが分かる。

【0065】

【発明の効果】以上の説明から明らかなように、本発明に係るテープ状磁気記録媒体では、飽和磁束密度を  $B_s$  とし、膜厚を  $t$  とする磁気抵抗効果素子を有する磁気抵抗効果型磁気ヘッドにより再生される際に、 $Br\delta \leq B_s t/2$  なる関係を有する。これにより、このテープ状磁気記録媒体は、良好なSN比で磁気抵抗効果型磁気ヘッドにより再生される。

【0066】また、本発明に係るテープ状磁気記録媒体の製造方法では、磁性層を成膜する際の最低入射角を  $55^\circ$  以上としている。このため、この手法によれば、上述したような磁気特性を有するテープ状磁気記録媒体を製造することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係るテープ状磁気記録媒体の断面図である。

【図2】テープ状磁気記録媒体とMRヘッドとの要部断面図である。

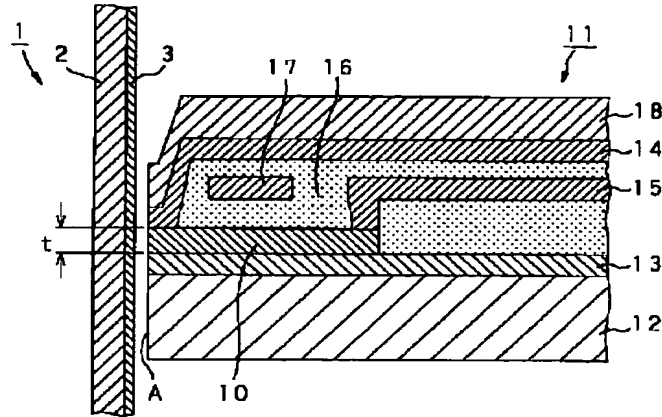
【図3】磁気抵抗効果曲線を示す特性図であり、横軸は外部磁界を示し、縦軸はMR素子の抵抗値を示す。

【図4】本発明に係るテープ状磁気記録媒体の製造方法に用いられる蒸着装置の概略構成図である。

【符号の説明】

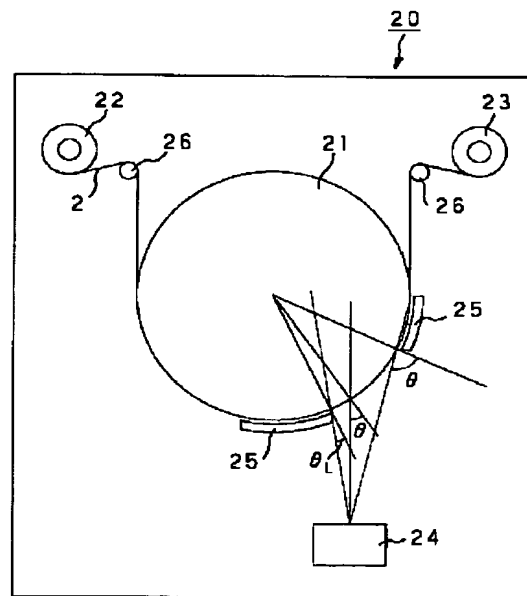
1 テープ状磁気記録媒体、2 非磁性支持体、3 磁性層、10 磁気抵抗効果素子、11 磁気抵抗効果型磁気ヘッド、20 蒸着装置、24 坩堝、25 シャッタ、 $\theta$  入射角、 $\theta_L$  最低入射角

【図 2】



テープ状磁気記録媒体とMRヘッドとの関係を示す要部断面図

【図 4】



蒸着装置の概略構成図

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】請求項 3

【補正方法】変更

【補正内容】

【請求項 3】 非磁性支持体上に磁性層が形成されてなり、残留磁束密度を  $B_r$  とし、上記磁性層の厚み寸法を  $\delta$  とし、飽和磁束密度を  $B_s$  とし厚み寸法を  $t$  とする磁気抵抗効果素子を用いたシールド型の磁気抵抗効果型磁気ヘッドにより再生されるテープ状磁気記録媒体を製造するに際して、最低入射角を  $55^\circ$  以上とする斜方蒸着法により非磁性支持体上に金属磁性膜を成膜することにより、 $B_r \delta \leq B_s t / 2$  なる関係を有し、保磁力  $H_c$  が  $H_c \geq 1500$  (Oe) である磁性層を形成することを特徴とするテープ状磁気記録媒体の製造方法。

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】請求項 4

【補正方法】変更

【補正内容】

【請求項 4】 飽和磁束密度を  $B_s$  とし、厚み寸法を  $t$  とする磁気抵抗効果素子を用いたシールド型の磁気抵抗効果型磁気ヘッドと、非磁性支持体上に磁性層が形成されてなり、残留磁束密度を  $B_r$  とし、上記磁性層の厚み寸法を  $\delta$  としたときに  $B_r \delta \leq B_s t / 2$  なる関係を満足し、且つ保磁力  $H_c$  が  $H_c \geq 1500$  (Oe) であるテープ状磁気記録媒体とを用い、上記テープ状磁気記録媒体を上記磁気抵抗効果型磁気ヘッドにて再生することを特徴とする信号再生方法。

【手続補正 4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0001

【補正方法】変更

【補正内容】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、磁気抵抗効果素子を用いたシールド型の磁気抵抗効果型磁気ヘッドに用いて好適なテープ状磁気記録媒体に関し、また、このテープ状磁気記録媒体を製造する製造方法に関する。さらに、本発明は、シールド型の磁気抵抗効果型磁気ヘッドによりテープ状磁気記録媒体を再生する信号再生方法に関する。

【手続補正 5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0009

【補正方法】変更

【補正内容】

【0009】

【課題を解決するための手段】そこで、本発明者らは、

上述した目的を達成するために鋭意検討し、テープ状磁気記録媒体がシールド型の磁気抵抗効果型磁気ヘッドにより再生される場合の最適な条件を検討した結果、テープ状磁気記録媒体の表面における単位面積当たりの残留磁束密度を小とし、保磁力を大とすることによって、シールド型の磁気抵抗効果型磁気ヘッドに適したテープ状磁気記録媒体となるといった知見を得るに至った。すなわち、テープ状磁気記録媒体をシールド型の磁気抵抗効果型磁気ヘッドで再生する場合には、磁気抵抗効果素子を磁氣的に飽和させないように、媒体の残留磁束密度と膜厚との積を小としなくてはならないことが明らかになった。また、テープ状磁気記録媒体がシールド型の磁気抵抗効果型磁気ヘッドで再生される場合、保磁力を大とすることにより、高密度記録の際に用いられる短記録波長に対応した自己減磁界に対抗してシャープな磁化反転を起こせることが明らかになった。

【手続補正 6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0010

【補正方法】変更

【補正内容】

【0010】そこで、本発明に係るテープ状磁気記録媒体は、非磁性支持体上に磁性層が形成されてなり、残留磁束密度を  $B_r$  とし、上記磁性層の厚み寸法を  $\delta$  とするテープ状磁気記録媒体において、再生ヘッドであるシールド型の磁気抵抗効果型磁気ヘッドに用いられる磁気抵抗効果素子の飽和磁束密度  $B_s$  及び厚さ寸法  $t$  に対して  $B_r \delta \leq B_s t / 2$  なる関係を有し、且つ、保磁力  $H_c$  が  $H_c \geq 1500$  (Oe) であることを特徴とする。

【手続補正 7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0011

【補正方法】変更

【補正内容】

【0011】また、本発明に係るテープ状磁気記録媒体の製造方法は、非磁性支持体上に磁性層が形成されてなり、残留磁束密度を  $B_r$  とし、上記磁性層の厚み寸法を  $\delta$  とし、飽和磁束密度を  $B_s$  とし厚み寸法を  $t$  とする磁気抵抗効果素子を用いたシールド型の磁気抵抗効果型磁気ヘッドにより再生されるテープ状磁気記録媒体を製造するに際して、最低入射角を  $55^\circ$  以上とする斜方蒸着法により非磁性支持体上に金属磁性膜を成膜することにより、 $B_r \delta \leq B_s t / 2$  なる関係を有し、保磁力  $H_c$  が  $H_c \geq 1500$  (Oe) である磁性層を形成することを特徴とする。

【手続補正 8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0012

【補正方法】変更

【補正内容】



【0012】さらに、本発明に係るテープ状磁気記録媒体を用いた信号再生方法は、飽和磁束密度を  $B_s$  とし、厚み寸法を  $t$  とする磁気抵抗効果素子を用いたシールド型の磁気抵抗効果型磁気ヘッドと、非磁性支持体上に磁性層が形成されてなり、残留磁束密度を  $B_r$  とし、上記磁性層の厚み寸法を  $\delta$  としたときに  $B_r \delta \leq B_s t / 2$  なる関係を満足し、且つ保磁力  $H_c$  が  $H_c \geq 1500$  (Oe) であるテープ状磁気記録媒体とを用い、上記テープ状磁気記録媒体を上記磁気抵抗効果型磁気ヘッドにて再生することの特徴とする。

【手続補正9】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0014

【補正方法】変更

【補正内容】

【0014】以上のように構成された本発明に係るテープ状磁気記録媒体は、 $B_r \delta \leq B_s t / 2$  なる関係を有することによって、シールド型の磁気抵抗効果型磁気ヘッドの磁気抵抗効果素子を飽和させることがない。これにより、シールド型の磁気抵抗効果型磁気ヘッドは、磁気抵抗効果素子の抵抗変化率が線形である範囲で動作することとなる。したがって、このテープ状磁気記録媒体は、シールド型の磁気抵抗効果型磁気ヘッドにより良好に再生される。

【手続補正10】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0017

【補正方法】変更

【補正内容】

【0017】さらに、本発明に係るテープ状磁気記録媒体を用いた信号再生方法によれば、 $B_r \delta \leq B_s t / 2$  なる関係のもとで、シールド型の磁気抵抗効果型磁気ヘッドによりテープ状磁気記録媒体が再生される。これにより、この手法では、シールド型の磁気抵抗効果型磁気ヘッドがテープ状磁気記録媒体に記録された磁気信号を良好な再生信号とすることができる。

【手続補正11】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0021

【補正方法】変更

【補正内容】

【0021】この磁性層3は、その保磁力  $H_c$  が約1500Oe以上とされ、残留磁束密度  $B_r$  と磁性層3の膜厚  $\delta$  との積  $B_r \delta$  が小とされてなる。すなわち、このテープ状磁気記録媒体は、飽和磁束密度を  $B_s$  とし膜厚を  $t$  とする磁気抵抗効果素子を有するシールド型の磁気抵抗効果型磁気ヘッドにより再生される際、 $B_r \delta \leq B_s t / 2$  なる関係を有している。

【手続補正12】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0054

【補正方法】変更

【補正内容】

【0054】上述した磁性層3の形成工程においては、成膜条件を様々に変更することによって、その磁気特性を変化させることができる。具体的には、最低入射角  $\theta_L$  を様々な値にすることにより、残留磁束密度及び保磁力を制御することができる。このようにして、磁性層3の残留磁束密度及び保磁力を制御した結果を表1及び表2に示す。なお、表1は磁性層3の膜厚が100nmの場合であり、表2は磁性層3の膜厚が50nmの場合である。

【手続補正13】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0060

【補正方法】変更

【補正内容】

【0060】そして、上述したサンプルをMRヘッドA又はGMRヘッドBで再生し、それぞれのサンプルについてSN比を測定した。実施例1～実施例3及び比較例1～比較例3に関しては、MRヘッドAで再生した。その測定結果を表3に示す。また、実施例4、実施例5、比較例4及び比較例5に関しては、GMRヘッドBで再生した。その測定結果を表4に示す。なお、ここで、磁気特性は、振動試料型磁力計により測定した。また、SN比は、信号をピーク・ツー・ピーク電圧とし、ノイズを  $rms$  値とした。

【手続補正14】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0063

【補正方法】変更

【補正内容】

【0063】これら表3及び表4において、SN比が20dB以上の値であると、良好な電磁変換特性を有するものとすることができる。当評価システムにおいてSN比が20dBという値は、エラーレートに換算すると  $5 \times 10^{-7}$  に相当する。したがって、SN比20dB以上という値は、通常のデータメディアにおけるエラーレートとして十分な値となっている。

【手続補正15】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0065

【補正方法】変更

【補正内容】

【0065】

【発明の効果】以上の説明から明らかなように、本発明に係るテープ状磁気記録媒体では、飽和磁束密度を  $B_s$  とし、膜厚を  $t$  とする磁気抵抗効果素子を有するシールド型の磁気抵抗効果型磁気ヘッドにより再生される際に、 $B_r \delta \leq B_s t / 2$  なる関係を有する。これによ

り、このテープ状磁気記録媒体は、良好な S N 比でシー      ルド型の磁気抵抗効果型磁気ヘッドにより再生される。